



TITLE:

クロール泳におけるストロークおよびキック動作のバイオメカニクス分析(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

松田, 有司

CITATION:

松田, 有司. クロール泳におけるストロークおよびキック動作のバイオメカニクス分析. 京都大学, 2015, 博士(人間・環境学)

ISSUE DATE:

2015-07-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19244>

RIGHT:

許諾条件により本文は2016-04-01に公開

京都大学	博士（ 人間・環境学 ）	氏名	松田 有司
論文題目	クロール泳におけるストロークおよびキック動作のバイオメカニクス分析		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、水泳のクロール泳の競技力向上を念頭におき、クロール泳におけるストローク変数（ストローク頻度とストローク長）、ストローク中の速度変化、およびキック動作中の下肢の筋活動に着目し、競泳選手の速度獲得の戦略をバイオメカニクスの観点から明らかにすることを目的とした。</p> <p>第1章では、本申請論文の背景となる事象、研究目的、意義および本申請論文の構成について記述した。</p> <p>第2章では、既存研究のまとめとして、水泳動作における推進力と抵抗の測定方法についての歴史、クロール泳におけるストローク長とキック動作の重要性、ストローク中の手部の重要性に関する先行研究について概説した。</p> <p>第3章では、ストローク長とストローク頻度を変数とした因子分析とクラスター分析から泳者の分類を行い、分類したグループ間でレース進行に伴う速度変化パターンを比較検討した。泳速度はストローク長とストローク頻度の積で表される。これまでの研究では、ストローク長のみの検討に留まっていた。そこで本研究では、ストローク長とストローク頻度を変数とした因子分析とクラスター分析より泳タイプを分類し、それぞれのグループのレース展開の特徴を検討した。その結果、ストローク頻度が高い特徴やストローク長が大きい特徴を有する4つのグループに分類できた。いずれのグループにおいても泳記録に有意差は認められなかったが、レース進行に伴い異なる速度変化パターンを示すことが明らかになった。</p> <p>第4章では、ストローク中の泳速度は一定でないことに着目し、1ストローク中の速度変動の大きさを競技レベルや異なる速度条件で比較検討した。その結果、個人内で泳速度を大きくするにつれて、1ストローク中の速度変動は小さくなった。この結果により、両手共に推進力を得ていない期間が泳速度を大きくするにつれて有意に短くなったことが起因していると推察された。全ての泳速度条件において、競技力が高い泳者の速度変動の大きさが、競技力が低い泳者のそれよりも有意に小さく、速度変動の大きさが競技力を表す指標になることが示唆された。速度変動に及ぼす手の掻きの影響を検討したが、両群で手の掻きのタイミングに有意差は認められず、手の掻きのタイミング以外の技術（推進力や抵抗の大きさ）が速度変動の大きさの差に関与していることが明らかになった。</p> <p>第5章では、1ストローク中の速度変動は、推進力を得ていない期間が関連すると考えられ、推進力を得ていない期間に強く関連するストローク頻度を実験的に操作し、1ストローク中の速度変動の大きさを検討した。その結果、ストローク頻度を高</p>			

くするにつれて、速度変動の大きさが小さくなり、速度変動の大きさにストローク頻度が関連することが明らかになった。

第6章では、競泳選手と競泳未経験者の下肢の筋活動パターンの違いを検討した。クロール中に生み出される推進力の大きさのほとんどが上肢動作によって產生されていることから、クロール泳に関するこれまでの研究は上肢動作に焦点が当てられてきた。しかしながら、クロール泳中に下肢で行われているキック動作は、足が沈む作用を防ぐ働きがあることから、クロール泳の推進力に貢献すると考えられる。そこで第6章では、キック動作時における下肢の筋活動について検討した。すべての泳速度条件において、競泳選手は未経験者と比較して、大腿直筋の活動期間が短くなり、大腿直筋と大腿二頭筋の共収縮時間が短いことが明らかになった。共収縮の時間が長いことは、同じ推進力を得るために大きなエネルギー消費が必要となる。この結果より、競泳選手は長年の競技経験により、効率的な筋活動パターンを獲得していることが示唆された。

第7章では、本論文により得られた知見に基づき競技指導現場への応用方法を検討した。特に、競技レベルの高い泳者の競技力向上に必要な方略について、速度変動の大きいモデルと速度変動の小さいモデルをもとに考察した。速度変動の小さいモデルに関しては、さらに短距離選手、長距離選手ごとにより高い泳速度を獲得するための提言を行った。

(論文審査の結果の要旨)

本学位申請論文は、競技力向上を目的とした水泳の技術の解明を目指し、クロール泳に関する4つのバイオメカニクスの実験から構成されている。

競技力向上を目指した水泳の研究は、運動生理学による検討が主であり、バイオメカニクスの研究は、運動生理学的知見の補助にすぎなかった。水泳研究におけるバイオメカニクス研究は、推進力、抵抗、腕の掻き、キック、ローイング、息継ぎ、キャッチ、ストローク時間、ストローク長、推進効率などを検討することである。しかし、これらパラメータの実測は困難であることから、バイオメカニクスの観点からの水泳研究は不十分である。また、泳ぎ方には個人差が極めて大きいことからバイオメカニクス観点から水泳の技術を定量評価することは困難である。申請者は、バイオメカニクスの観点から一流競技者の推進力を得る戦略に着目した。さらに、得られた知見に基づき競技指導現場に有用な提言を行った。

申請者は、第1の研究としてクロール泳のストローク長とストローク頻度について検討を行った。これまでの研究では、ストローク長のみの検討に留まっていた。そこで申請者は、ストローク長とストローク頻度を変数とした因子分析とクラスター分析により泳タイプを分類し、それぞれのグループのレース展開の特徴を検討した。その結果、ストローク頻度が高い特徴やストローク長が大きい特徴を有する4つのグループに分類することに成功した。その成果は、国内学術雑誌である『体力科学』(59巻、465-474頁、2010年)に掲載された。

申請者は、第2の研究として泳速度の変動について検討した。個人内で泳速度の増大に伴いストローク中の速度変動は小さくなることを示した。また、全ての泳速度条件において、競技力が高い泳者の速度変動が、競技力が低い泳者よりも小さいことを示し、クロール泳において高い競技力を達成するためには、ストローク中の速度変動を小さくする必要性を示唆した。クロール泳中の手の掻きのタイミングには、競技力の違いによる影響はないため、競技力の高い泳者は速度変動を小さくするために手の掻きのタイミング以外(推進力や抵抗)の技術を有していることが示唆された。水泳研究において、ストローク中の速度変動に着目した研究は皆無であり、泳速度に及ぼす速度変動の影響を明らかにした申請者の研究は国際的に高く評価され、国際学術雑誌である*Journal of Human Kinetics* (44巻、67-74頁、2014年)に掲載された。

第3の研究では、第2の研究結果を受けて、ストローク中の速度変動を小さくする戦略を検討している。具体的には、ストローク中の速度変動は、推進力を得ていない期間が関与すると考えられ、推進力を得ていない期間に強く関連するストローク頻度を実験的に操作し、ストローク中の速度変動の大きさを検討している。さらに、1ストロークをエントリー、プル、プッシュ、リカバリーの4つの

フェーズに分類し、検討を行っている。エントリーフェーズとリカバリーフェーズでは、泳者は推進力を得ていないフェーズである。このフェーズでは、抵抗力を相対的に大きく受けるため、ストローク中の速度変動が大きくなる。第3の研究結果より、速度変動を小さくするためには、ストローク頻度を高め、エントリーフェーズとリカバリーフェーズの時間を短くすることで達成することが可能であることが示唆された。

申請者は、第4の研究としてクロール泳中のキック動作に着目し、競泳選手と競泳未経験者の下肢筋活動パターンの違いを動作解析および表面筋電図法より比較検討した。競技力が高い泳者は競技力が低い泳者に比べ、大腿部の共収縮の程度が小さいことを示した。この結果より、競技力が高い泳者は、キック動作のエネルギー消費を少なくすること、より正確なリズム動作を生成していること、さらに、より近位の相反的筋活動を大きくすることにより脚全体の慣性モーメントを小さくしていることが示唆された。

申請者は、これらの研究により得られた知見に基づき、水泳の競技指導現場への応用方法を検討し、競技力が高い泳者に対し、高い泳速度を獲得するための重要な提言を行っている。

本学位申請論文は、水泳の競技力向上を目指したクロール泳動作をバイオメカニクスの観点から検討している。本学位申請論文の知見は、スポーツ科学、バイオメカニクス、運動生理学といった近接した研究領域のみならず、神経科学、生体工学といった研究領域に対しても発展的影響をもたらすことが期待される。さらに、水泳の競技指導現場に対して、泳速度を向上させるための要素として泳速度変動を小さくすることの重要性を提言することが可能となる。

以上の通り、本学位申請論文の研究成果は国際学術雑誌に掲載されており、その独創性と学術的価値は高く評価される。したがって、本学位申請論文は、共生人間学専攻 認知・行動科学講座に相応しい内容を備えており、博士（人間・環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年3月24日、論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

要旨公表可能日： 年 月 日以降